

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) EP 1 199 196 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
24.04.2002 Patentblatt 2002/17

(51) Int Cl.7: B60G 17/015, B60G 17/052

(21) Anmeldenummer: 01124634.5

(22) Anmeldetag: 16.10.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Reck, Siegfried  
31582 Nienburg (DE)  
• Plett, Volker  
30916 Langenhagen (DE)

(30) Priorität: 19.10.2000 DE 10051825

(74) Vertreter: Schneider, Egon  
Continental Aktiengesellschaft,  
Patentabteilung,  
Postfach 1 69  
30001 Hannover (DE)

(71) Anmelder: ContiTech Luftfedersysteme GmbH  
30165 Hannover (DE)

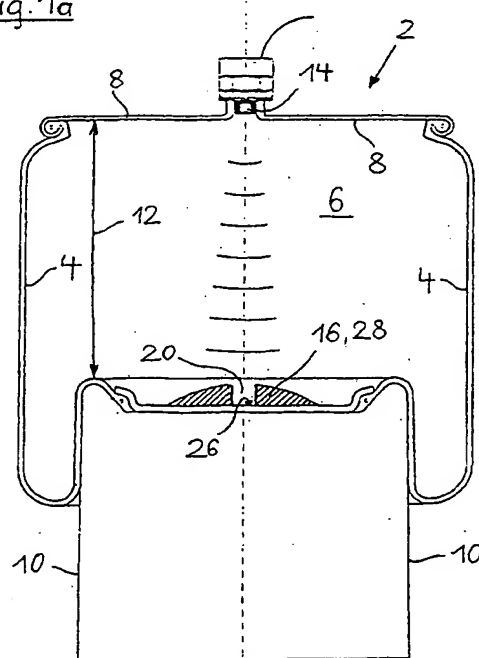
(54) **Kraftfahrzeug-Luftfedersystem mit Ultraschall-Messanordnung**

(57) 1. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem mit Ultraschall-Messanordnung.

2.1 Ein Kraftfahrzeug-Luftfedersystem besteht im wesentlichen aus einem Rollbalg (4), der an seinem einen Ende mit einer Abdeckplatte (8) als einem Anschlussstück und der an seinem anderen Ende mit einem Abrollkolben (10) als zweitem Anschlussstück abgeschlossen ist. Um im Innenraum (6) der Luftfeder (2) eine berührungslose Abstandsmessung nach der Impuls/Echo-Methode durchzuführen, ist an einem (8 bzw. 10) der beiden Anschlussstücke (8, 10) ein Ultraschall-Sender/-empfänger (14) und am anderen (10 bzw. 8) der beiden Anschlussstücke (8, 10) ein Reflektor (16) angeordnet.

2.2 Zur Vereinfachung der Konstruktion und zur Einsparung von Bauraum wird auf einen separaten Referenzreflektor (18) verzichtet. Statt dessen ist der Reflektor zweistufig ausgebildet, wobei die eine Stufe als Zielreflektor (16) und die andere Stufe (26) als Referenzreflektor dient. Vorzugsweise ist ein Anschlagpuffer (28) als zweistufiger Zielreflektor (16) ausgebildet, wobei die im Anschlagpuffer (28) ausgebildete Stufe als Sackbohrung (20) realisiert ist.

Fig. 1a



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug-Luftfeder system mit einer Ultraschall-Anordnung zur berührungslosen Abstandsmessung nach der Impuls/Echo-Methode, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Luftfeder besteht üblicherweise im wesentlichen aus einem Rollbalg, der "oben" mit einer Abdeckplatte und "unten" mit einem Abrollkolben abgeschlossen ist. Dabei ist die Abdeckplatte vorzugsweise chassissfest und der Abrollkolben achsfest angebracht. Zur Bestimmung der Luftfederhöhe wird der variable lichte Abstand zwischen Abdeckplatte und Abrollkolben innerhalb der Luftfeder mit Hilfe von Ultraschall-Impulsen gemessen. Die meistverbreitete Methode ist die Impuls/Echo-Methode, wobei ein ultraschallsignal von einem am Deckel befestigten Ultraschallwandler ausgestrahlt wird, dann von einem am Abrollkolben angebrachten Reflektor reflektiert und schließlich von einem am Deckel angeordneten Ultraschallwandler aufgenommen und zur Auswertung an eine Auswerteelektronik weitergeleitet wird.

Aus der Laufzeit des Ultraschallsignals berechnet sich bei Kenntnis der Schallgeschwindigkeit die vom Ultraschallsignal zurückgelegte Strecke und damit die Federhöhe.

[0003] Alternativ kann der Ultraschallwandler am Abrollkolben statt am Deckel angeordnet sein, wobei der diesbezügliche Reflektor am Deckel (statt am Abrollkolben) anzubringen wäre.

[0004] Die zur Berechnung der Strecke erforderliche Schallgeschwindigkeit ist temperaturabhängig. Um eine umständliche Temperaturkompensation bei der Bestimmung der Luftfederhöhe zu vermeiden, sind Messverfahren mit zusätzlicher Referenzstrecke vorgeschlagen worden.

[0005] Um eine Ausbreitung von Körperschall innerhalb der Luftfeder-Bauteile zu vermeiden, ist es erforderlich, den als Sender/-empfänger ausgebildeten Ultraschallwandler mit einer elastischen bzw. gedämpften Aufhängung zu versehen. Dies hat zur Folge, dass der Ultraschallwandler bei Druckerhöhung etwas zurückweicht, wodurch sich der Abstand zu dem gehäusefest angeordneten Referenzreflektor entsprechend vergrößert, was wiederum zur Folge hat, dass der Messwert verfälscht wird.

[0006] Die DE-OS 36 20 957 A1 beschreibt eine solche Luftfeder mit einem Ultraschall-Impuls/Echo-System zur Höhenmessung. Um die Auswirkungen von Laufgeschwindigkeitsänderungen der Impulse (die durch Luftdruck-, Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen im Innern des Balges auftreten können) auszuschalten, wird ein zusätzliches Fest-Target, d. h. ein ortsfest vor dem Ultraschallsender angeordneter Reflektor in Form einer ebenen, an einem Stängel befestigten Metallscheibe, vorgeschlagen.

Hiermit ergeben sich verschiedene Nachteile: Das aus Stängel und Metallscheibe bestehende Fest-Target ist

ein mechanisch empfindliches Bauteil. Da es eine gewisse Bauhöhe aufweist, verringert sich dadurch die lichte Höhe der Luftfeder und damit verringert sich auch der maximal mögliche Einfederungsweg. Andererseits vergrößert sich der für die Luftfeder erforderliche Bedarf an Bauhöhe. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, dass der Reflektor relativ nah am Ultraschallsender angeordnet ist und dass damit das über den weiteren Weg empfangene Nutzsignal von dem Referenzsignal möglicherweise bis zur Unkenntlichkeit überstrahlt wird. Die vorliegende Erfindung will hier Abhilfe schaffen.

[0007] Die mit Anspruch 1 umrissene Lösung der gestellten Aufgabe besteht im Prinzip darin, dass eine Referenzstrecke nicht relativ ortsfest zum Sender sondern relativ ortsfest zum Reflektor konzipiert wird.

[0008] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen in einem Wegfall eines am Sensor anzuordnenden Referenzreflektors, einer allgemeinen Vereinfachung der Konstruktion und einer Einsparung von Bauraum.

Von großer Bedeutung ist die Sicherheit bei der Auswertung. Ein Referenzreflektor in kurzem Abstand vor dem Schallwandler erzeugt in jedem Fall ein Echo. Dies ist unter Umständen so stark, dass es die Elektronik übersteuert, so dass im Einzelfall ein Echo aus größerer Entfernung nicht erkannt wird. Durch die Verwendung des erfindungsgemäß zweistufigen Reflektors haben Mess- und Referenzsignal vergleichbar große Amplituden, so dass diesbezügliche Messschwierigkeiten entfallen. Wenn das Referenz- und das Zielecho etwa gleichstark sind, erhöht dies die Sicherheit bei der Auswertung der Laufzeiten. Es genügt eine einzige Aussteuerungsautomatik.

[0009] Vorzugsweise befindet sich die Sende/Empfangseinheit am Luftfederdeckel, d. h. sie ist vorzugsweise chassissfest, und der zweistufige Zielreflektor befindet sich am Abrollkolben. Auf diese Weise vereinfacht sich die Verbindung der Sende/Empfangseinheit mit dem zugehörigen Elektronikbaustein.

[0010] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den üblicherweise am Abrollkolben befindlichen Anschlagpuffer als zweistufigen Zielreflektor auszubilden. Durch einen derartigen Aufbau geht kein Bauraum ungenutzt "verloren".

[0011] Der zweistufige Zielreflektor kann durch eine im Anschlagpuffer plazierte (zentrale) Sackbohrung realisiert werden.

Ist die Sende/Empfangskomponente außermittig auf dem Deckel angeordnet (z. B. aus Rücksicht auf einen mittig angeordneten Träger), so kann selbstverständlich auch der zweistufige Zielreflektor außermittig oder schräg in Richtung auf die Sende/Empfangs-Komponente auf (bzw. in) dem Anschlagpuffer angeordnet sein.

[0012] Bei durchgeführten Versuchen hat sich gezeigt, dass eine Sackbohrung mit einem Durchmesser von 12 mm und einer Tiefe von 7,5 mm zuverlässig reproduzierbare Ergebnisse liefert.

[0013] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Ultraschall-Messanordnung des Kraftfahrzeug-Luftfeder-systems anhand der beigefügten Abbildungen näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1a eine mit einem erfindungsgemäßen Messsystem versehene Luftfeder im Längsschnitt; Fig. 1b eine gemäß dem Stand der Technik mit einem Messsystem versehene Luftfeder, ebenfalls im Längsschnitt; Fig. 2 die Prinzipdarstellung der Messanordnung mit Ultraschallwandler und zweistufigem Reflektor; Fig. 3 eine Kombination Schallwandler mit Referenzreflektor herkömmlicher Bauart, im Längsschnitt; Fig. 4 eine spezielle Ausführungsform des erfindungsgemäßen Reflektors, im Längsschnitt; Fig. 5 ein Oszillogramm des erfindungsgemäßen Echosignals; und Fig. 6 einen Ausschnitt aus dem Oszillogramm.

[0014] Die in Fig. 1a/1b dargestellte Luftfeder 2 besteht im wesentlichen aus einem Luftfeder-Rollbalg 4, der den unter Druck stehenden Luftfeder-Innenraum 6 umschließt. Chassisseitig ist der Rollbalg 4 durch eine Abdeckplatte 8 verschlossen. Am gegenüberliegenden Ende kann der Rollbalg 4 auf einem radseitig befestigten Abrollkolben 10 im Rhythmus des Einfederungsvorgangs abrollen.

Zwecks Messung der lichten Federhöhe 12 ist an der Abdeckplatte 8 ein als Sender/Empfänger dienender Ultraschallwandler 14 angebracht. Diesem Sender/Empfänger 14 steht ein am Abrollkolben 10 befestigter Reflektor 16 gegenüber.

[0015] Der Ultraschallwandler 14 sendet in zeitlichen Abständen einzelne Ultraschall-Impulse aus, die die lichte Höhe 12 des Luftfederinnenraums durchlaufen und - nachdem sie von dem Reflektor 16 reflektiert worden sind - an den nun als Empfänger dienenden Ultraschall-Wandler 14 zurückkehren. Wie eingangs erwähnt, wird aus der Laufzeit des jeweiligen Ultraschall-Impulses die momentane lichte Federhöhe 12 bestimmt. Dabei ist die Zeit zwischen dem Aussenden des Impulses und dem Empfang des Echos ein Maß für die Federhöhe.

[0016] Die Laufzeit eines Impulses ist abhängig von der Geschwindigkeit  $c$ , mit der sich der Schall in der Luftfeder ausbreitet, und diese hängt wiederum von der Temperatur und der Dichte der Luft ab.

[0017] Um diese Einflüsse auf das Ergebnis der Laufzeitmessung zu eliminieren, wird gemäß dem Stand der Technik (Fig. 1b) in definierter Distanz von dem Schallsender/-empfänger 14 ein Referenzreflektor 18 eingeführt. Die messbare Laufzeit des Referenzsignals beträgt:

$$(I) \quad t_{\text{ref}} = 2 \cdot s_{\text{ref}}/c.$$

[0018] Für die Laufzeit zum Zielreflektor 16 gilt entsprechend:

$$(II) \quad t_{\text{ziel}} = 2 \cdot s_{\text{ziel}}/c.$$

[0019] Das Messergebnis ergibt sich aus dem Verhältnis der Laufzeiten, so dass sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Faktor 2 herauskürzen:

$$(III) \quad s_{\text{ziel}} = s_{\text{ref}} \cdot t_{\text{ziel}}/t_{\text{ref}}.$$

[0020] Bisher wird der Referenzreflektor 18 in axialer Strahlungsrichtung unmittelbar vor dem Schallwandler 14 angeordnet. Die Fig. 1b und 3 zeigen eine solche Baueinheit, bei dem ein Referenzreflektor 18 in unmittelbarer Nähe zum Schallwandler 14 positioniert ist.

[0021] Bei dem mit Fig. 1a und 2 vorgestellten Prinzip zur Messung der Referenzsignals wird erfindungsgemäß in den Zielreflektor 16 eine Vertiefung 20 eingebracht, deren Tiefe 22 als Referenzstrecke dient. Dadurch entfällt der filigrane und aufwendige Referenzreflektor 18 (Fig. 1b und 3), so dass das Gehäuse des Höhensensors 24 entsprechend kürzer gestaltet werden kann.

[0022] Für die Laufzeit des Schallimpulses zum Zielreflektor 16 und zurück gilt Gleichung (I). Die Laufzeit des Referenzechos aus dem Boden 26 der Vertiefung 20 beträgt:

$$(IV) \quad t_{\text{ref}} = 2 \cdot (s_{\text{ziel}} + s_{\text{ref}})/c.$$

[0023] Aus den Gleichungen (I) und (IV) ergibt sich der Abstand 16 zum Zielreflektor 16 in Abhängigkeit der messbaren Laufzeiten:

$$(V) \quad s_{\text{ziel}} = t_{\text{ziel}} \cdot s_{\text{ref}}/(t_{\text{ref}} - t_{\text{ziel}}).$$

[0024] Um die grundsätzliche Funktion der erfindungsgemäßen Anordnung zu prüfen, wird ein serienmäßiger Anschlagpuffer 28 mit einer zentralen Sackbohrung 20 versehen (Durchmesser: 12 mm, Tiefe (22) 7,5 mm). In 180 mm Abstand 30 befindet sich ein Ultraschallwandler 14 mit einer Ansteuerungs- und Auswerteschaltung.

[0025] Die Fig. 4 zeigt ein konkretes Ausführungsbeispiel eines Anschlagpuffers 28 mit integrierter Reflektoreinheit 32. Diese Reflektoreinheit 32 besteht aus einem Metall- oder Kunststoff-Zylinder, der mit Hilfe einer Schraube 34 auf dem Abrollkolben 10 befestigt ist. In Richtung auf den Ultraschallwandler 14 weist die Reflektoreinheit 32 eine Sackbohrung 20 auf, wobei der obere Rand als Zielreflektor 16 und der Boden 26 der Vertiefung 20 als Referenzreflektor dient.

[0026] Die Fig. 5 zeigt das Oszillogramm des Echosi-

gnals. Das Doppelecho, das von dem modifizierten Puffer 28 erzeugt wird, ist deutlich zu erkennen. Das erste Teilecho trifft nach der Zeit  $t_{\text{zei}}$  ein und das zweite nach  $t_{\text{ref}}$ . Der zeitliche Abstand der beiden Echos entspricht der Tiefe 22 der Sackbohrung 20.

[0027] Die Fig. 6 zeigt das elektrische Signal des Doppelechos in zeitlich gedehnter Darstellung. Der Impuls, der die größere Strecke zurückgelegt hat (hier das Referenzsignal), erzeugt ein kleineres Echosignal.

#### Bezugszeichenliste

[0028]

- 2 Luftfeder
- 4 Luftfeder-Rollbalg, Rollbalg
- 6 Luftfeder-Innenraum
- 8 Abdeckplatte (Anschlusssteil)
- 10 Abrollkolben (Anschlusssteil)
- 12 lichte Federhöhe
- 14 Ultraschallwandler (Sender/Empfänger)
- 16 Reflektor (Zielreflektor)
- 18 Referenzreflektor
- 20 Vertiefung, Sackbohrung, Stufe
- 22 Tiefe, Referenzstrecke
- 24 Gehäuse des Höhensensors
- 26 Boden der Vertiefung 20, Referenzreflektor
- 28 Anschlagpuffer, modifizierter Puffer
- 30 Abstand Schallwandler/Zielreflektor
- 32 Reflektoreinheit
- 34 Schraube

#### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem mit einer Ultraschall-Anordnung zur berührungslosen Abstandsmessung nach der Impuls/Echo-Methode, wobei die Luftfeder (2) im wesentlichen aus einem Rollbalg (4) besteht, der an seinem einen Ende mit einer Abdeckplatte (8) als einem Anschlusssteil und der an seinem anderen Ende mit einem Abrollkolben (10) als zweitem Anschlusssteil abgeschlossen ist, und wobei an einem (8 bzw. 10) der beiden Anschlusssteile (8, 10) ein Ultraschall-Sender/-empfänger (14) und am anderen (10 bzw. 8) der beiden Anschlusssteile ein Reflektor (16) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Reflektor zweistufig ausgebildet ist, wobei die eine Stufe als Zielreflektor (1b) und die andere Stufe (2b) als Referenzreflektor dient.
2. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** auf dem dem Luftfederinnenraum (6) zugewandten Ende des Abrollkolbens (10) oder auf der dem Luftfederinnenraum (6) zugewandten Seite

der Abdeckplatte (8) ein Anschlagpuffer (28) angeordnet ist, wobei der Anschlagpuffer (28) als zweistufiger Zielreflektor (16) ausgebildet ist.

3. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** sich der zweistufige Reflektor (16) auf dem dem Luftfederinnenraum (6) zugewandten Ende des Abrollkolbens (10) und der Sender/-empfänger (14) auf der dem Luftfederinnenraum (6) zugewandten Seite der Abdeckplatte (8) angebracht ist.
4. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die im Anschlagpuffer (28) ausgebildete Stufe durch eine zentrale Sackbohrung (20) realisiert ist.
5. Kraftfahrzeug-Luftfedersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Durchmesser der Sackbohrung (20) 12 mm und die Tiefe (22) 7,5 mm beträgt.

Fig. 1a

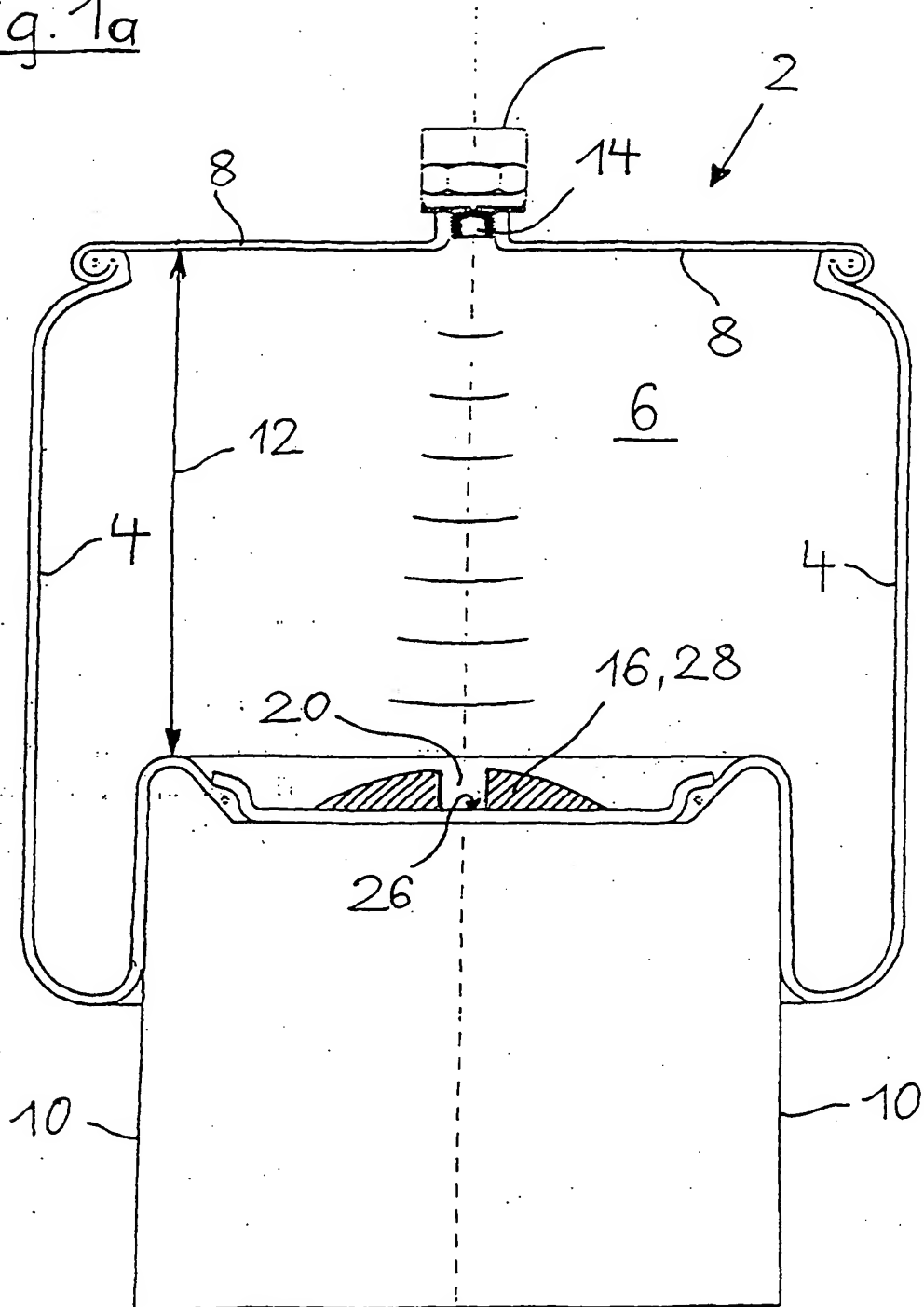


Fig. 1b

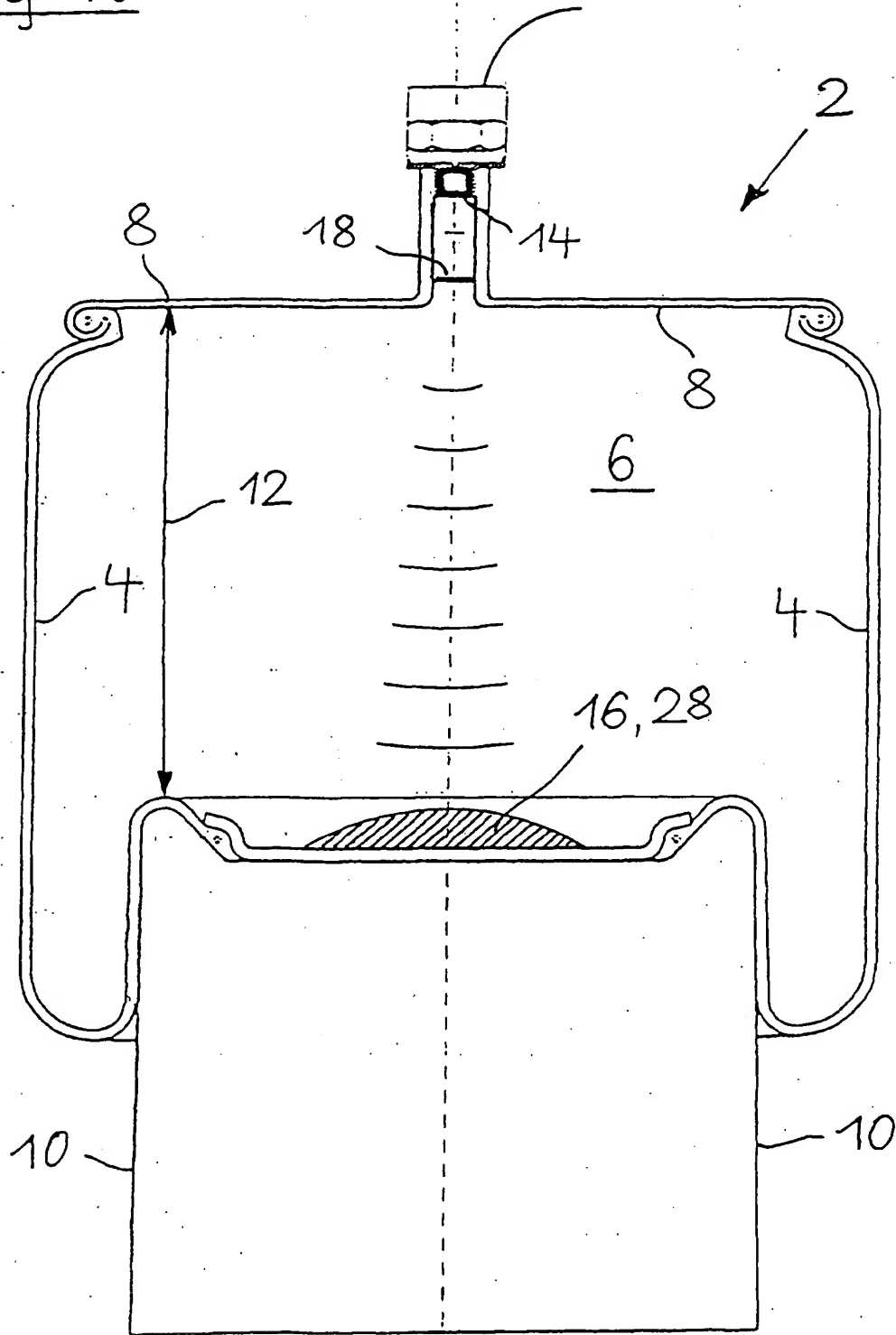


Fig. 2

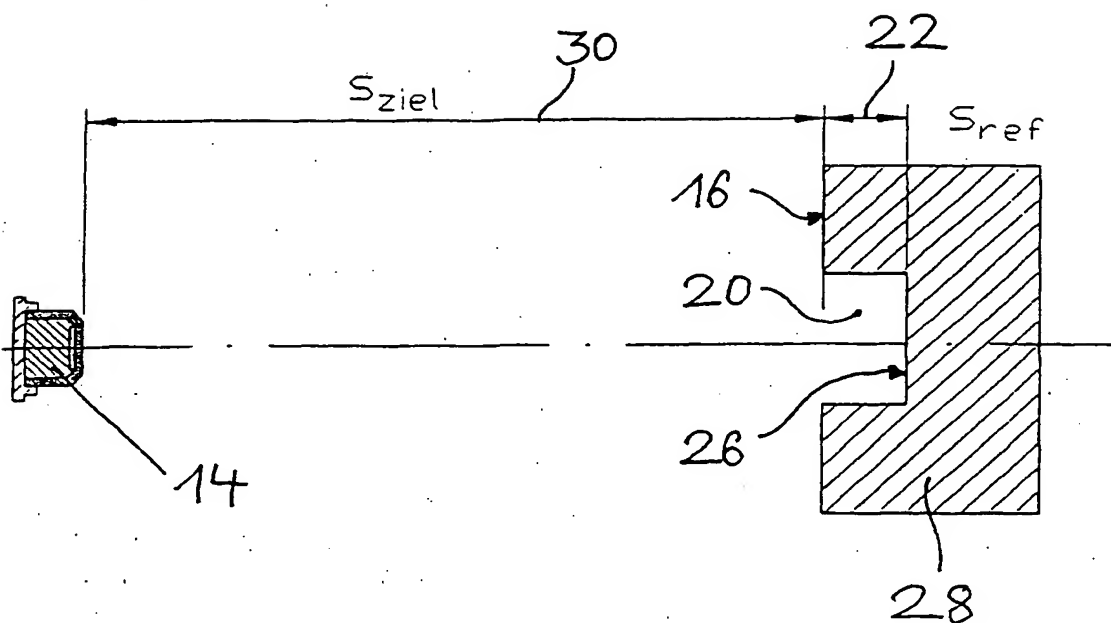
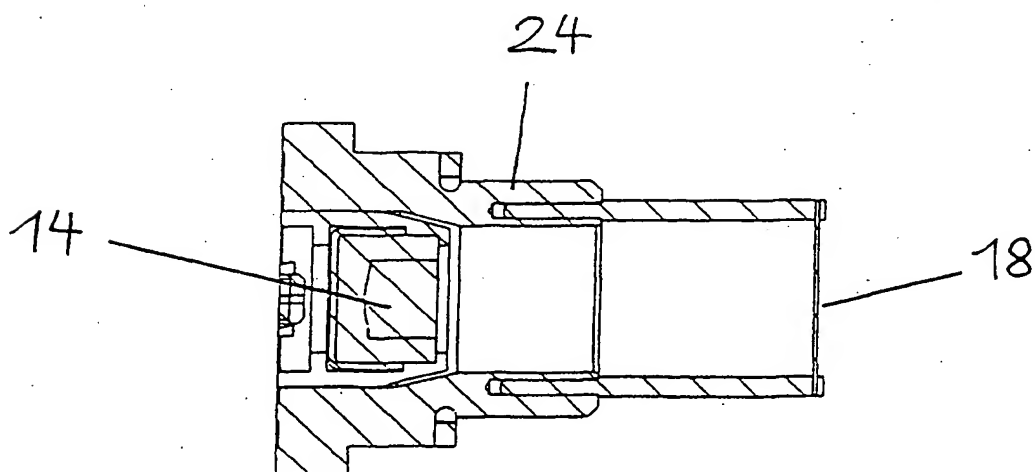


Fig. 3



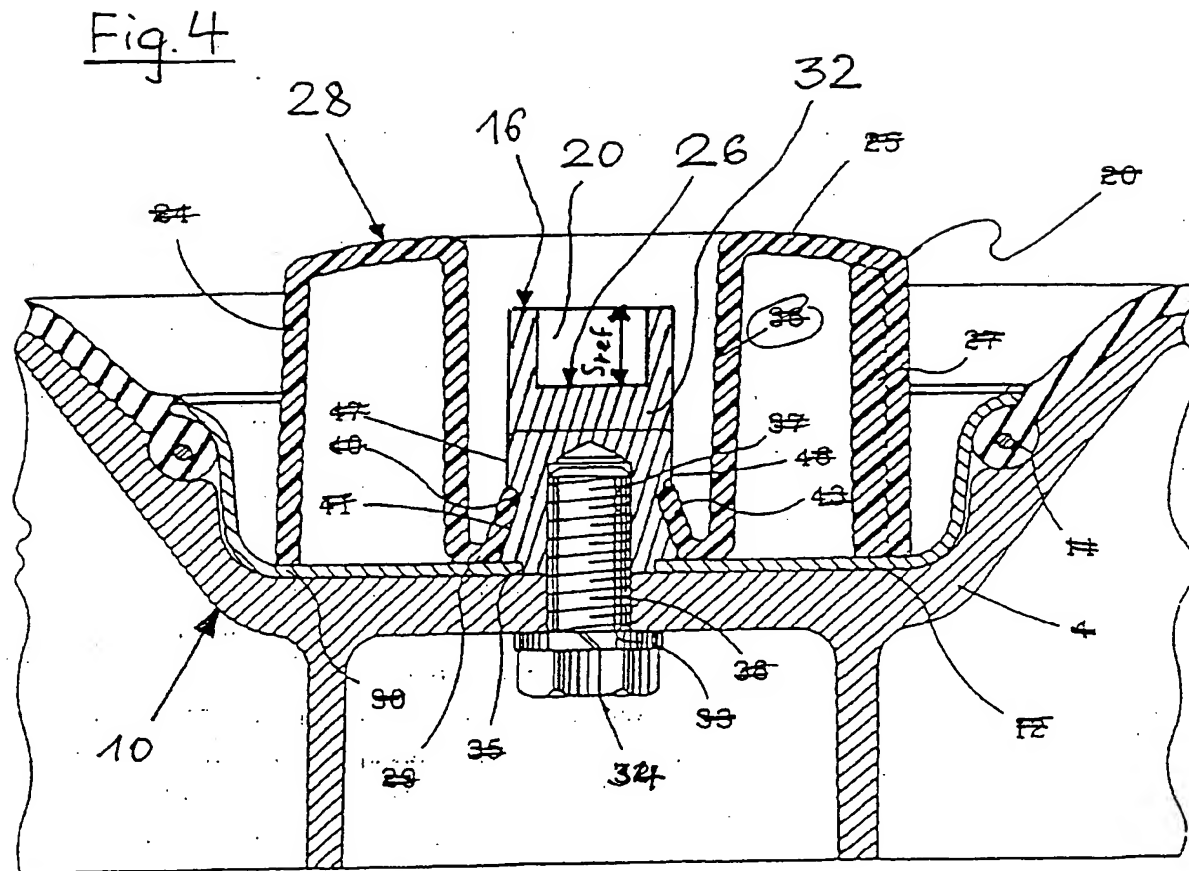




Fig. 5

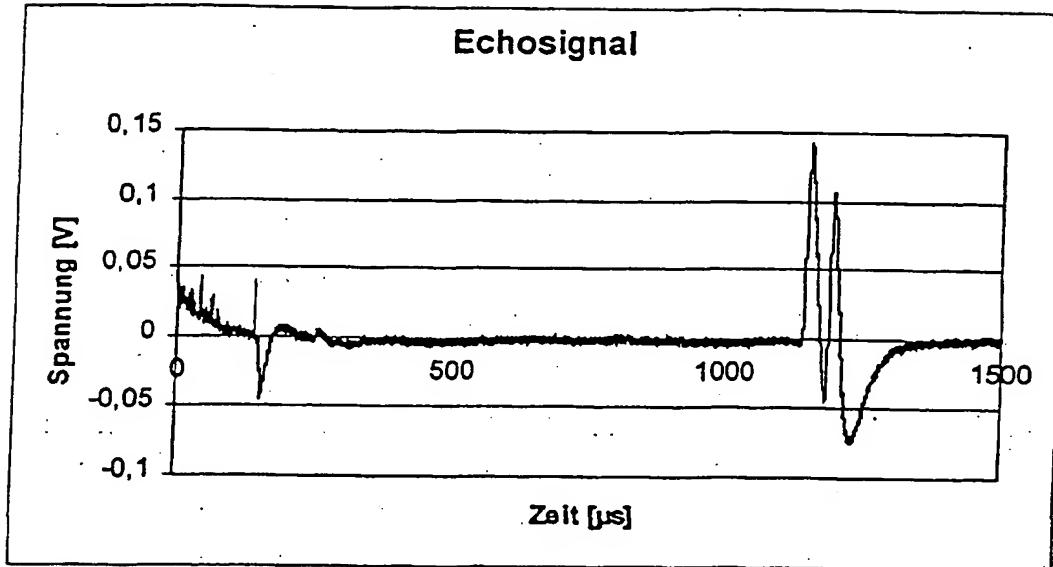


Fig. 6

